M. le Président demande à M. Duval-Jouve s'il tire de ce fait une conclusion favorable à la théorie de la séve descendante.

M. Duval-Jouve répond qu'il s'abstient de tirer une conclusion sur une question trop peu étudiée par lui.

M. Duvillers présente une fleur anomale de *Lilium candidum* provenant de la même souche que celle qu'il a mise en 1866 sous les yeux de la Société (1). L'anomalie s'est donc perpétuée durant quatre années.

M. Ramond dit qu'il a observé un *Antirrhinum majus* devenu dialypétale par anomalie.

M. Germain de Saint-Pierre ajoute qu'il a vu ce fait tératologique se produire sur la même plante et aussi sur le *Digitalis lutea*.

M. Godefroy, professeur de physique au lycée de Châteauroux, fait à la Société la communication suivante :

SUR LA CONSTITUTION CHIMIQUE DES BOIS, par **M. V. GODEFROY**.

En 1839, M. Payen établit que le ligneux avait pour base la *cellulose*, et il nomma matières *incrustantes* les substances qui l'accompagnaient. Depuis, M. Pelouze reconnut qu'en faisant bouillir des copeaux de bois avec de l'acide chlorhydrique étendu de six fois son volume d'eau, on obtient une assez grande quantité de glucose, dont on attribua la formation à la modification d'une partie de cellulose appelée par M. Payen *cellulose spongieuse*. Beaucoup d'autres savants se sont occupés de cette question; mais, si l'emploi de réactifs énergiques leur a permis d'arriver à obtenir péniblement de la cellulose plus ou moins impure, les principes immédiats qui l'accompagnaient étaient trop éloignés de leur origine pour qu'on pût les étudier et établir leur filiation.

Les deux méthodes que je vais exposer reposent sur les principes suivants :

1° Employer, à défaut de dissolvants neutres, des réactifs peu énergiques qui n'altèrent pas assez les principes immédiats pour qu'on ne puisse remonter à leur constitution primitive.

2° Régler la dose de ces réactifs de manière à modifier et à dissoudre toute une classe de principes immédiats sans altérer sensiblement les autres.

3° Arriver à obtenir la cellulose par une suite d'opérations régulières, se succédant dans un ordre déterminé et nécessaire.

Première méthode.

On prépare le mélange suivant :

Alcool...............	100cc
Acide chlorhydrique....	16cc

(1) Voyez le Bulletin, t. XIII (*Séances*), p. 372.

Je l'appelle alcool chlorhydrique. On imprègne de 20^{cc} de ce mélange, dans un flacon à large goulot de 60^{cc}, 10^{gr} de poudre de bois préalablement bien desséchée au bain de sable jusqu'à ce qu'elle ne perde plus de poids. On ferme ce flacon avec un bon bouchon que l'on ficelle de telle sorte qu'il ne puisse pas sauter, puis on le met dans un bain-marie que l'on fait bouillir pendant une demi-heure.

Voici ce que l'on remarque. Dès que la température du bain-marie est celle de l'ébullition, la couleur du bois change : dans tous les cas, elle devient rouge; mais tantôt cette teinte persiste (Poirier, Acajou, Conifères) ; tantôt elle passe au brun-noir (Chêne, Châtaignier). — On débouche le flacon, on presse la poudre, qui diminue de la moitié de son volume environ; on rebouche et l'on soumet de nouveau à l'action du bain-marie bouillant pendant une heure. En somme, on fait agir l'alcool chlorhydrique pendant une heure et demie. L'expérience a démontré que ce temps était nécessaire pour que son action fût complète.

Pour enlever ce que l'alcool chlorhydrique a modifié, on traite trois fois par l'alcool dans le même flacon fermé : après chaque traitement, on jette la matière sur un linge de toile placé sur un entonnoir et l'on exprime. Chacun de ces traitements s'effectue encore en plongeant le flacon dans le bain-marie que l'on porte à l'ébullition pendant un quart d'heure; le troisième alcool est encore un peu coloré.

Si l'on dessèche le résidu, on constate une perte de poids considérable, qui varie de 55 à 63 p. 100 avec la plupart des bois, mais qui avec les Conifères n'est que de 40 à 45 p. 100. — Nous examinerons ultérieurement la composition du liquide obtenu par l'action successive de l'alcool chlorhydrique, puis de l'alcool.

Poursuivons l'opération. Le résidu desséché devrait être de la couleur primitive du bois, puisque nous avons dû enlever tout ce qui a été modifié : c'est ce qui arrive en effet avec certains bois (Chêne, Châtaignier); mais le plus souvent la poudre est d'un rouge pâle, ce qui tient à la grande adhérence de la fibre ligneuse pour les substances qui la baignent.

Quoi qu'il en soit, ce résidu n'est attaquable d'une manière sensible par aucun autre réactif que les réactifs oxydants; mais, par ces réactifs, l'attaque est très-facile.

On fait le mélange suivant :

Eau..................	100^{cc}
Acide azotique.........	16^{cc}

et l'on traite le résidu par 20^{cc} de ce mélange dans le flacon fermé et ficelé, au bain-marie bouillant.

Il se dégage d'abord des vapeurs rutilantes ; le bois rougit, puis à la longue

devient jaune-citron. A ce moment l'opération est terminée, cependant il est bon de la prolonger pendant une heure et demie.

On met alors la poudre dans une capsule et on la fait bouillir trois fois avec de l'eau, en ayant soin d'exprimer après chaque traitement. On enlève ainsi toute la partie modifiée par l'acide azotique qui est soluble dans l'eau; l'autre portion, modifiée par cet agent, est soluble dans la potasse étendue et on l'enlève par trois traitements : le premier à la potasse étendue et bouillante, les deux autres à l'eau pure.

Chaque traitement doit toujours être suivi d'une expression; les liquides obtenus sont bruns, et la saturation de la potasse par un acide en précipite une substance très-volumineuse qui brunit et se restreint beaucoup par la dessiccation; mais la poudre est de plus en plus blanche, et à la fin, si l'on a suivi toutes les prescriptions indiquées, qui sont toutes indispensables, on obtient une substance blanche soluble dans l'acide sulfurique concentré et dans la liqueur ammonio-cuivrique: c'est donc de la cellulose.

En résumé, on arrive à la cellulose par un traitement en vase clos, à chaud, de la poudre de bois, d'abord à l'alcool chlorhydrique, puis à l'alcool; ultérieurement, par le traitement du résidu en vase clos par l'eau azotique, suivi de lavages à l'eau, à la potasse diluée, puis à l'eau pure.

Examen de rondelles de bois soumises au traitement précédent.

Pour connaître d'une manière précise les modifications que subit le bois, il faut traiter des rondelles de 1 à 2 millimètres d'épaisseur. Après l'action de l'alcool chlorhydrique et les trois dissolutions à l'alcool, les rondelles ont conservé leur forme et leurs dimensions, mais elles sont devenues spongieuses; elles se brisent avec la plus grande facilité, et à la loupe les fibres paraissent bien distinctes les unes des autres. Par une demi-dessiccation, la couleur pour certains bois (Chêne et Châtaignier) se rapproche beaucoup de celle du bois lui-même. Si l'on sépare quelques fibres, qu'on les délaie dans l'eau et qu'on les examine au microscope, on voit qu'elles ne sont plus empâtées, mais que leur forme a une grande netteté; de plus, elles paraissent vides. De là on conclut que par le traitement précédent on a dissous : 1° les substances contenues dans l'intérieur des fibres; 2° les substances qui les empâtaient et par suite les unissaient les unes aux autres.

On se trouve donc en présence des fibres ligneuses elles-mêmes, et par suite on va pouvoir déterminer leur constitution.

On soumet les rondelles à l'action oxydante de l'acide azotique, à trois lavages à l'eau bouillante, à l'action de la potasse étendue, puis à trois lavages à l'eau bouillante. Si l'on a opéré avec précaution, la rondelle a conservé sa forme et ses dimensions; le résidu, qui est de la cellulose pure, représente le squelette du bois, qui n'est plus altérable par aucun réactif faible, de quelque nature qu'il

soit, acide, basique ou même oxydant. Donc, la fibre ligneuse est constituée : au centre, par de la cellulose, l'une des plus stables parmi les substances organiques ; à la périphérie, par l'*épicellulose*, modifiable seulement par les agents oxydants faibles. — N'est-il pas remarquable que la fibre ligneuse ait la plus grande ressemblance avec un élément de pile, puisqu'on y trouve d'un côté une substance stable qui correspond au charbon ou au cuivre des piles et une substance très-oxydable semblable au zinc.

Examen du liquide provenant de l'action de l'alcool chlorhydrique, puis de l'alcool.

On distille environ les deux tiers de ce liquide pour recueillir une portion de l'alcool, puis on l'étend de deux ou trois fois son volume d'eau ; la couleur, qui était rouge foncé ou brune, devient beaucoup plus claire et il se forme un précipité très-abondant que l'on sépare par filtration. Ainsi on a d'un côté un liquide jaunâtre, de l'autre un corps solide. Ce dernier, qui représente de 13 à 15 pour 100 du poids du bois, n'est autre chose que l'intercellulaire modifiée et rendue soluble dans l'alcool et la potasse. Quant au liquide, il renferme les principes du bois, tannin (Chêne, Châtaignier), matière colorante (Campêche), 8 à 12 pour 100 de sucre et de substances indéterminées. — L'ensemble des faits porte à conclure que l'intercellulaire primitive du bois est modifiée par l'alcool chlorhydrique de manière à donner, lorsqu'elle est traitée par l'eau, du sucre et une intercellulaire secondaire soluble dans l'alcool et la potasse. Cette intercellulaire secondaire, bouillie avec de l'eau chlorhydrique, donne encore du sucre et une intercellulaire tertiaire qui n'est que partiellement soluble dans l'alcool et dans la potasse.

L'étude des intercellulaires est à peine commencée ; toutes ces substances, bien que présentant la propriété commune de pouvoir se dédoubler en sucre et en d'autres substances, paraissent différer quelque peu les unes des autres. Peut-être en est-il qui seront utilisables ; pour le moment, je classe parmi elles la matière colorante de la Garance, que l'on obtient facilement par le procédé que j'ai indiqué ci-dessus. — Toutes les intercellulaires se ramollissent à la température d'ébullition de l'eau.

Conclusion.

Ainsi, par les opérations que je viens de décrire, on extrait des bois :

1° Des principes immédiats propres ;

2° Du glucose ;

3° De l'intercellulaire secondaire soluble dans l'alcool et la potasse ;

4° De l'épifibrose modifiée par les agents d'oxydation, de manière à être rendue soluble dans la potasse. Ces modifications sont constamment caractérisées par la production du sucre qui les accompagne.

5° De la cellulose.

Voici maintenant quelques chiffres tirés des nombreuses analyses du bois que j'ai faites :

		NOYER (jeunes branches).	NOYER VIEUX.	CHÊNE (jeunes branches).	CHÊNE VIEUX.	CHATAIGNIER (jeunes branches).	CHATAIGNIER VIEUX.	PIN.	SAPIN.
Action de l'alcool chlorhydrique.	Principes immédiats, sucre et intercellulaire secondaire...	63	60	58	60	58	54	45	40
Action de l'acide azotique. Action de la potasse.	Épicellulose.......	8 5 } 13	8 6 } 14	7 7 } 14	6 6 } 12	5 7 } 12	8 5 } 13	30	34
Cellulose	....	24	26	28	28	30	33	25	26

De ce tableau on déduit :

1° Sous le même poids, les proportions relatives de cellulose et des autres substances ne varient guère avec l'âge du bois. Le changement de teinte paraît tenir simplement à une modification de l'intercellulaire.

2° L'épicellulose, qui ne dépasse guère 14 à 15 pour 100 dans les divers bois, atteint 30 et 34 pour 100 dans les Conifères ; ce qui constitue une différence essentielle avec les autres essences, et oblige, pour obtenir la cellulose des Conifères, de traiter leurs fibres ligneuses isolées par de l'acide azotique un peu plus concentré que celui indiqué ci-dessus.

J'ai essayé de déterminer la proportion des principes immédiats contenus dans le liquide alcool chlorhydrique, et j'ai obtenu les résultats suivants :

	ACTION DE L'ALCOOL ET L'EAU.	SUCRE.	INTER-CELLULAIRE.	TANNIN et principes indéterminés	TOTAL.
Noyer (jeunes branches)....	11	8,3	13	30,7	63
Noyer vieux..............	13	8,8	14	24,2	60
Châtaignier (jeunes branches).	5	14	10	29	58
Châtaignier vieux.........	10	15	10	19	54
Chêne (jeunes branches)....	8	13	13	24	58
Chêne (vieux banc)........	20	13	12	15	60

Deuxième méthode.

La facilité avec laquelle l'intercellulaire est rendue soluble par l'alcool chlor-

hydrique m'a porté à penser que les agents oxydants faibles pourraient bien produire le même effet. C'est ce qui arrive.

Si l'on traite, en vase clos, 10gr de poudre de bois bien sèche par 20cc du mélange suivant :

Eau................	100cc
Acide azotique.........	16cc

il se produit des vapeurs rutilantes, la poudre rougit, puis progressivement passe au jaune-citron ; à ce moment l'opération est terminée, mais il est prudent de poursuivre le traitement pendant une heure et demie. Alors on enlève, par trois ébullitions suivies de trois expressions dans un linge, tout ce qui est soluble dans l'eau. Puis on fait bouillir le résidu avec deux grammes de potasse dissous dans beaucoup d'eau, on exprime la liqueur brune ; on se débarrasse, par deux ébullitions à l'eau suivies de deux expressions, de tout ce qui est soluble ; finalement on obtient un résidu sensiblement blanc, qui est composé par la fibre ligneuse. Cette fibre ligneuse peut être débarrassée de son épicellulose en répétant sur elle le traitement qui vient d'être décrit. Par ce procédé, la fibre ligneuse pèse exactement le même poids que celle obtenue avec l'alcool chlorhydrique.

Le premier traitement par l'eau azotique détruit les principes immédiats du bois, mais on trouve beaucoup de sucre dans le liquide qui en provient. Ainsi l'intercellulaire primitive est transformée par les agents d'oxydation faibles en glucose et en une intercellulaire soluble dans la potasse étendue, d'où on la précipite en saturant par un acide.

L'intercellulaire diffère de l'épifibrose en ce que la première est modifiable de manière à être rendue soluble par l'alcool chlorhydrique et les agents oxydants, tandis que la seconde n'est modifiable que par des agents d'oxydation faibles.

On peut se demander ce que produirait l'acide azotique employé à plus haute dose. J'ai reconnu qu'alors une portion de l'épifibrose est attaquée, mais que jamais cependant, par des lavages à l'eau suivis de traitements à la potasse, on n'obtenait de la cellulose pure ; il faut nécessairement recommencer une deuxième série d'opérations semblables ; du reste, pendant des traitements de ce genre, une portion considérable de la cellulose disparaît sans que jamais on la dissolve complétement.

Résumé.

Les deux méthodes d'analyse immédiate du bois que je viens d'exposer conduisent aux résultats entrevus par ceux qui se sont occupés de physiologie végétale, et assignent aux bois la constitution suivante :

Outre les principes immédiats qui leur sont propres, les bois sont constitués par des fibres, vaisseaux, cellules, réunis par une substance intercellulaire.

L'intercellulaire est modifiable soit par l'alcool chlorhydrique qui la rend soluble dans l'alcool et la potasse, soit par les agents oxydants faibles qui la rendent soluble dans la potasse.

Quant à la fibre ligneuse, elle est formée au centre par la cellulose qu'enveloppe l'épifibrose modifiée facilement par les agents d'oxydation de manière à devenir soluble dans la potasse faible.

Il sera possible désormais de poursuivre l'étude des principes immédiats du bois et des intercellulaires, qui peuvent présenter beaucoup d'intérêt.

Conclusion pratique.

Pour obtenir la cellulose, matière première de la pâte à papier, on doit traiter le bois, soit par l'alcool chlorhydrique, soit par l'eau azotique, de manière à isoler la fibre ligneuse. — Quand on a cette fibre, on sépare la cellulose par l'action de chlorure de chaux faible, suivie de traitements au carbonate de soude faible.

M. J. de Seynes fait remarquer que Schacht donne, dans son *Traité du microscope*, certains procédés pour séparer la matière intercellulaire.

SÉANCE DU 13 MAI 1870.

PRÉSIDENCE DE M. E. ROZE, VICE-PRÉSIDENT.

M. Larcher, vice-secrétaire, donne lecture du procès-verbal de la séance du 22 avril, dont la rédaction est adoptée.

Par suite des présentations faites dans la dernière séance, M. le Président proclame l'admission de :

MM. Vendrely, pharmacien, à Champagney (Haute-Saône), présenté par MM. Paillot et Eug. Fournier.

Geslin (Jules), avoué, à Rennes, présenté par MM. l'abbé Ravain et de Schœnefeld.

M. le Président annonce en outre quatre nouvelles présentations. — Il annonce aussi que S. Exc. M. le Ministre de l'agriculture et du commerce a bien voulu, comme les années précédentes, accorder à la Société botanique de France une somme de six cents francs, à titre d'encouragement.

M. le Président, membre de la Commission de comptabilité, donne ensuite lecture du rapport suivant :